

PLASMA ETCHING METHOD

Patent Number: JP52087985
Publication date: 1977-07-22
Inventor(s): ABE HARUHIKO; others: 01
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Requested Patent: JP52087985
Application Number: JP19760004738 19760119
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/302
EC Classification:
Equivalents: JP1101862C, JP56045291B

Abstract

PURPOSE:To perform perfect etching with good dimensional accuracy and without residual film by performing etching with gas plasmas containing activated halogen.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

公開特許公報

昭52-87985

51 Int. Cl.²
H 01 L 21/302

識別記号

52 日本分類
99(5) C 3庁内整理番号
7113-57

43 公開 昭和52年(1977)7月22日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

54 プラズマエッティング法

55 発明者 西岡久作

21 特願 昭51-4738

伊丹市瑞原4丁目1番地三菱電
機株式会社北伊丹製作所内

22 出願 昭51(1976)1月19日

56 出願人 三菱電機株式会社

57 発明者 阿部東彦

東京都千代田区丸の内二丁目2

尼崎市南清水字中野80番地三菱
電機株式会社中央研究所内

番3号

58 代理人 弁理士 葛野信一

明細書

1. 発明の名称

プラズマエッティング法

2. 特許請求の範囲

(1) ハロゲン化物を含有する希ガスを導入ガスとしてプラズマ発生管に導入し、上記導入ガスに高周波電力を印加して活性化ハロゲンを含むガスプラズマを発生させ、上記ガスプラズマにより被処理物をエッティングすることを特徴とするプラズマエッティング法。

(2) ハロゲン化物が塩素を構成成分とするハロゲン化物であり、被処理物がアルミニウムまたはアルミニウム化合物であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマエッティング法。

(3) アルミニウム化合物が酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウムであることを特徴とする

化炭素であることを特徴とする特許請求の範囲第2項または第3項記載のプラズマエッティング法。

(6) ハロゲン化物が塩素を構成成分とするハロゲン化物およびフッ素を構成成分とするハロゲン化物であり、被処理物がシリコンを含むアルミニウムまたはシリコンを含むアルミニウム化合物であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマエッティング法。

(6) アルミニウム化合物が酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウムであることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載のプラズマエッティング法。

(7) 塩素を構成成分とするハロゲン化物が四塩化炭素であることを特徴とする特許請求の範囲第5項または第6項記載のプラズマエッティング法。

のプラズマエッティング法。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、アルミニウム、アルミニウム化合物のプラズマエッティング法に関するものである。半導体素子や半導体集積回路においては、電極および配線用材料としてアルミニウムまたはシリコンを含むアルミニウム（以下、「アルミニウム」と総称する）が広く使われている。アルミニウムは、電子ビーム加熱蒸着法、抵抗加熱蒸着法あるいはスパッタリング法などによつて半導体基体上に約1～1.2μの厚さの膜として蒸着される。半導体基体表面上に蒸着されたアルミニウム膜は、半導体素子あるいは半導体集積回路の製造工程の中の写真製版工程においてエッティングされ、半導体基体表面に電極および配線に相当するアルミニウムの複雑でしかも微細なパターンが形成される。このアルミニウムのエッティングの際に使われるエッティングマスクとしては、各種の感光性樹脂皮膜が広く使われている。感光性樹脂皮膜をエッティングマスク

としたアルミニウムのエッティングには、従来、主にリン酸、酢酸、硝酸および水からなる混合浴液が使用されてきた。リン酸、酢酸、硝酸の混合浴液にアルミニウムを浸漬し、アルミニウムの微細パターンを半導体基体表面に形成するいわゆる湿式エッティング法においては、アルミニウムと浴液を構成する酸との化学反応によつてガスガスが発生する。このガスは、浴液においては気泡状態になつており、しかもアルミニウム表面に付着する。すなわち、アルミニウムの一部は気泡によつて被われていることになる。このアルミニウム表面への気泡の付着の状況、例えば付着時間の長短は、浴液の粘度や組成などによつて多少の差があるが、浴液を用いる限り、気泡の発生と気泡の付着を全く無くすることは、非常に難かしい。この気泡が付着しているアルミニウム面は、浴液と接触しにくいためエッティングされにくく、完全にはエッティング除去されないため残膜が生じる。このアルミニウムの残膜は、アルミニウム配線相互の短絡

(3)

による回路の動作不良の原因ともなる。湿式エッティング法においては、アルミニウム残膜の発生を完全におさえることは困難である。通常の半導体素子や半導体集積回路の製造工程においては、一定時間半導体基体を浴液に浸漬してアルミニウムのパターンを形成した後、目視検査で上記アルミニウムの残膜の有無を検査し、もし残膜が発生している場合には、更に一定時間の追加エッティングを行い、アルミニウム残膜を基体表面から完全に除去してアルミニウム配線相互の短絡を防止する。ところが、この追加エッティングは、前のエッティングで所定の寸法にエッティングされたアルミニウムに対しては明らかに過剰エッティングとなり、よく知られたアンダーカッティング効果も著しくなり、アルミニウムパターンの寸法を著しく変化させ寸法精度の低下をきたす。酸液によるエッティングにおいては、

(4)

半導体素子や半導体集積回路が動作不良を起したり、その信頼性を低下させることがしばしば起る。また、アルミニウム膜と、例えば酸化シリコン膜との断差間にしみこんだ浴液を始水を用いた水洗法などによつて完全に除去することは極めて困難である。この残留浴液が半導体素子や半導体集積回路の動作不良の原因となることは広く知られている。一方、さきに述べた浴液中でアルミニウムの表面に付着する気泡の大きさによつて、浴液浸漬法によつてエッティング可能な微小アルミニウム配線開発が決まる。従来の湿式エッティング法では、5μ開発以下のアルミニウムパターンを形成することは容易でない。さらに、浴液エッティング法は、作業工程が複雑であり、廃液処理に高価な設備を必要とし、作業者の安全確保の面から多くの欠点を含んでいる。

(5)

できる気相エッチング法を提供することを目的としたものである。

以下、この発明を実施例により説明する。

まず、この発明によるプラズマエッチング法を実施するためのガスプラズマ処理装置の一例を図に示す概念図により説明する。

図において、(1)は被処理物を収容し内部にてガスプラズマが発生させられるガラス製のプラズマ発生管、(2)はプラズマ発生管(1)の被処理物出し入れ口用のガラス製蓋、(3)はプラズマ発生管(1)と蓋(2)との間に挿入された真空保持用のオーリング、(4)はプラズマ発生用ガスをプラズマ発生管の内部に導入するためのガス導入管、(5)はガス導入管の開閉用コック、(6)はガス導入管(4)よりプラズマ発生管(1)へプラズマ発生用ガスが噴出するガス噴出口、(7)はプラズマ発生管(1)の内部を排気するための真空ポンプ、(8)はプラズマ発生管へ導入されたガスに高周波電力を印加するための高周波電力印加用電極、(9)は被処理物を一定間隔で配置するためのガラス製支持

台、(10)は被処理物が被覆された半導体基体である。半導体基体(10)の表面に被処理物であるアルミニウムの微細画像をこの発明によるプラズマエッチング法で形成する場合には、アルミニウム表面に感光樹脂皮膜バターンがエッチングマスクとして形成されている。

次に、この発明の第1の実施例について述べる。

プラズマ発生管(1)の中に上記のようにアルミニウム(この実施例ではシリコンを含まないアルミニウムを用いる。)が被覆された半導体基体(10)を収容してガラス製蓋(2)を閉める。

次に、排気用真空ポンプ(7)を動作させてプラズマ発生管(1)の中の空気を0.1 Tor以下まで排気する。このときプラズマ発生管(1)とガラス製蓋(2)との間の真空保持はオーリング(3)でおこなう。プラズマ発生管(1)内の残留ガス圧が所定の値に達した後、ガス導入管(4)に接続している開閉用コック(5)を開き、ガス導入管(4)、ガス噴出口(6)を通して塩素を構成成分とするハロゲン化物、

(7)

例えば四塩化炭素を含有するアルゴンなどの希ガスをプラズマ発生管(1)内に導入する。この場合の四塩化炭素を含有する希ガスは、液状の四塩化炭素のはいつた容器にアルゴンなどの希ガスをキャリアガスとして注入してバブリングさせて生成し、プラズマ発生管(1)に接続されているガス導入管(4)に注入する。ガスの組成比は、キャリアガスの量や四塩化炭素の液温を変化させることにより、適当に調整できる。

プラズマ発生管(1)内のガス圧を所定の値に保つた後、高周波電力印加用電極(8)に数十～数百Wの高周波電力を印加してガスプラズマをプラズマ発生管(1)内に発生させる。このガスプラズマ中には塩素を構成成分とするハロゲン化物、例えば四塩化炭素の解離、塩素イオンの再結合などにより、多数の活性化塩素が存在する。この活性化塩素は、アルミニウムと反応する活性化塩素の安定な発生をいろいろな衝突過程を通じて促進したり、塩素ラジカルとアルミニウムとの反応を促進する一種の触媒的作用をすると考えられる。さらに、塩素を構成成分とするハロゲン化物、例えば四塩化炭素とアルゴンなどの質量の大きい希ガスとの混合ガスプラズマによつて酸化アルミニウムや酸化アルミニウムのマトリセーラル化合物もエッチングア

(8)

印加高周波電力を300Wとすると、アルミニウムは毎分約600Åの割合でエッチングされる。すなわち、半導体素子や半導体集積回路で用いられる12μmといふの厚さのアルミニウム膜は約20分程度でエッチングされる。このプラズマエッチングの間、1μm程度の膜厚のポジ型またはネガ型の感光性樹脂は計エッチングマスクとして十分作用する。一方、プラズマ中に存在する不活性なアルゴンはアルミニウムと反応する活性化塩素の安定な発生をいろいろな衝突過程を通じて促進したり、塩素ラジカルとアルミニウムとの反応を促進する一種の触媒的作用をすると考えられる。さらに、塩素を構成成分とするハロゲン化物、例えば四塩化炭素とアルゴンなどの質量の大きい希ガスとの混合ガスプラズマによつて酸化アルミニウムや酸化アルミニウムのマトリセーラル化合物もエッチングア

プラズマ中の活性化塩素と反応して気体状の塩化アルミニウム $AlCl_4$ を生成するものと思われる。従つて、同一のプラズマ発生条件のもとでは、酸化アルミニウムや塩化アルミニウムのエッティング速度はアルミニウムのエッティング速度より小さい。次に、この発明の第2の実施例について説明する。この第2の実施例においては、半導体基体に被覆されている被処理物がシリコンを含むアルミニウムであり、プラズマ発生管(II)に導入するガスが塩素を構成成分とするハロゲン化物およびフッ素を構成成分とするハロゲン化物を含有する希ガスである点が第1の実施例とは異なる。

シリコンを含むアルミニウムが被覆された半導体基体(IV)をプラズマ発生管(II)に収容した後、排気用真空ポンプ(II)を動作させて、プラズマ発生管(II)の中の空気を 0.1Torr 以下まで排気した後、塩素を構成成分とするハロゲン化物およびフッ素を構成成分とするハロゲン化物を含有する希ガスをプラズマ発生管(II)内に導入する。

(II)

の混合ガスプラズマを用いることにより、アルミニウムとシリコンとを同時にエッティングすることができるため、シリコンを含むアルミニウムも容易にエッティングすることができる。エッティングの速さはプラズマ発生管(II)内のガス圧を約 0.3 Torr に保ち、印加高周波電力を 300 W とすると、シリコンを含むアルミニウムは毎分約 600 \AA の割合でエッティングされる。このような混合ガスプラズマでシリコンを含むアルミニウム膜の微細加工する場合には、通常、ナジ型およびネガ型の感光性樹脂をエッティングマスクとして使用することができる。

さらに、塩素を構成成分とするハロゲン化物、例えば四塩化炭素、フッ素を構成成分とするハロゲン化物、例えば四フッ化炭素および希ガス、特に窒素ガス、アーベンガス、ヘリウムガスによ

るなどのシリコンを含むアルミニウムの微細加工を可能とする。

プラズマ発生管(II)の中のガス圧が所定の値に達したのち、高周波電力印加用電極(III)に數十～数百Wの高周波電力を印加して、ガスプラズマをプラズマ発生管(II)中に発生させる。このガスプラズマの中には、第1の実施例と同じように、多數の活性化塩素が存在している。さらに、含有されている四フッ化炭素の解離、フッ素イオンの再結合、フッ素と他の粒子との衝突などにより多數の活性化フッ素が存在する。この活性化塩素や活性化フッ素の安定な発生には、いろいろな衝突過程を通じてアルゴンなどの不活性原子が重要な役割を果している。このように活性化塩素と活性化フッ素を含むガスプラズマ中におかれたアルミニウムは、活性化塩素と反応して気体状の反応生成物、すなわち塩化アルミニウム $AlCl_4$ を作り、エッティングされる。さらにアルミニウム中に含まれるシリコン成分は、活性化フッ素と反応して気体状の反応生成物、すなわち四フッ化シリコン SiF_4 を作るため、シリコンもエッティング除去される。従つて、上記

(II)

エッティングすることができる。その理由は、第1の実施例の場合と同様である。

なお、塩素を構成成分とするハロゲン化物としては、主に四塩化炭素が用いられる。フッ素を構成成分とするハロゲン化物も主に四フッ化炭素が用いられるが、その他にも、R-12(CF_2Cl_2)、R-13($CFCl_3$)、R-22($CHFC_2Cl$)などの使用も可能である。

以上詳述したように、この発明によるプラズマエッティング法においては、塩素を構成成分とするハロゲン化物、フッ素を構成成分とするハロゲン化物などのハロゲン化物を含有する希ガスを導入ガスとしてプラズマ発生管に導入し、高周波電力を印加して活性化塩素、活性化フッ素などを含有するガスプラズマを発生させ、このガスプラズマにより、アルミニウム、アルミニウム化合物、シリコンを含むアルミニウム、

シリコンを含むアルミニウム化合物を、主に酸素

もなく、完全にエッティングすることができる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

図は、この発明によるプラズマエッティング法を実施するためのプラズマ処理装置の一例の断面を示す概念図である。

図において、(1)はプラズマ発生管、(2)はガラス製蓋、(3)はオーリング、(4)はガス導入管、(5)は開閉用コック、(6)はガス噴出口、(7)は真空ポンプ、(8)は高周波電力印加用電極、(9)はガラス製支持台、(10)は半導体基体である。

代理人 勝野 信一

